Environment Canada Environnement Canada

# Prototype Designs for Surveys and Measurement in an Aquatic Environment, 1985

# Prototypes d'appareils pour les études et mesures en milieu aquatique, 1985

Edited by/Préparé par J.S. Ford

TECHNICAL BULLETIN NO. 159

ÉTUDE Nº 159, COLLECTION DES RAPPORTS TECHNIQUES

*INLAND WATERS/LANDS DIRECTORATE*
*NATIONAL WATER RESEARCH INSTITUTE*
*CANADA CENTRE FOR INLAND WATERS*
*BURLINGTON, ONTARIO, 1987*

*DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES ET DES TERRES*
*INSTITUT NATIONAL DE RECHERCHE SUR LES EAUX*
*CENTRE CANADIEN DES EAUX INTÉRIEURES*
*BURLINGTON (ONTARIO) 1987*

Published by authority of
the Minister of the Environment

Publié avec l'autorisation
du ministre de l'Environnement

© Minister of Supply and Services Canada 1987

Cat No. En 36-503/159

ISBN 0-662-55617-8

© Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1987

Nº de cat. En 36-503/159

ISBN 0-662-55617-8

# CONTENTS


| | Page |
|---|---|
| FOREWORD | v |
| ABSTRACT | vi |
| ACKNOWLEDGMENTS | vii |
| Bath for field calibrations | 3 |
| Dredge for clams | 5 |
| Frazil ice recorder | 7 |
| Gravel peepers | 9 |
| Gravel sedimentation sampler | 11 |
| Laboratory model of an electromagnetic method for river flow measurement | 13 |
| Portable instrument tower | 15 |
| WAVES '85 system | 17 |
| WAVES '85 data acquisition and control system | 21 |
| WAVES '85 dynamic pressure profiler | 23 |


# TABLE DES MATIÈRES


| | Page |
|---|---|
| AVANT-PROPOS | v |
| RÉSUMÉ | vi |
| REMERCIEMENTS | vii |
| Bain des étalonnages sur le terrain | 3 |
| Drague des coques | 5 |
| Enregistreur de frazil | 7 |
| Échantillonneurs interstitiels | 9 |
| Échantillonneur de sédimentation dans les graviers | 11 |
| Modèle de laboratoire pour la démonstration d'une méthode électromagnétique de mesure du débit des cours d'eau | 13 |
| Tour portative des instruments | 15 |
| Système WAVES '85 | 17 |
| Système de saisie de données et de commande de WAVES '85 | 21 |
| Profileur de pression dynamique de WAVES '85 | 23 |

# ILLUSTRATIONS


Page

Bath for field calibrations ..... 2

Dredge for clams ..... 4

Frazil ice recorder ..... 6

Gravel peepers ..... 8

Gravel sedimentation sampler ..... 10

Laboratory model of electromagnetic method for river flow measurement ..... 12

Portable instrument tower ..... 14

WAVES '85 tower ..... 17

WAVES '85 data acquisition and control system ..... 20

WAVES '85 dynamic pressure profiler ..... 23


# ILLUSTRATIONS


Page

Bain des étalonnages sur le terrain ..... 2

Drague des coques ..... 4

Enregistreur de frazil ..... 6

Échantillonneurs interstitiels ..... 8

Échantillonneur de sédimentation dans les graviers ..... 10

Modèle de laboratoire pour la démonstration d'une méthode électromagnétique de mesure du débit des cours d'eau ..... 12

Tour portative des instruments ..... 14

Tour de WAVES '85 ..... 17

Système de saisie de données et de commande de WAVES '85 ..... 20

Profileur de pression dynamique de WAVES '85 ..... 23

# FOREWORD

Prototype equipment for surveys and measurement in an aquatic environment is designed and developed by the National Water Research Institute (NWRI) to serve the research teams working in limnology and hydraulics.

This report provides a brief description of designs which may be useful to other research teams in related fields. Further documentation is available for most items. Enquiries are welcome and should be addressed in writing to:

Chief, Research Support Division
National Water Research Institute
Canada Centre for Inland Waters
P.O. Box 5050
Burlington, Ontario
L7R 4A6
Tel.: (416) 336-4936 Telex: 061-8296

The designs described in this report and in related design and construction documents are the property of the Crown as represented by the Minister of Environment. It is a policy of the Crown to encourage the transfer of technology from government laboratories to Canadian industry. Licensing agreements or other arrangements for commercial development, manufacture and sale of these designs may be obtained by application to:

Chief, Marketing and Licensing
Canadian Patent and Developments Ltd.
275 Slater Street
Ottawa, Ontario
K1A 0R3
Tel.: (613) 996-5530

It should be noted that Environment Canada cannot take responsibility for any use made of the information in this report.

J.D. Smith
Chief, Research Support Division

# AVANT-PROPOS

L'Institut national de recherche sur les eaux (INRE) conçoit et élabore des prototypes d'appareils pour les études et les mesures en milieu aquatique afin d'aider les équipes de recherche qui s'occupent de limnologie et d'hydrologie.

Le présent rapport décrit brièvement des prototypes qui peuvent être utiles à d'autres équipes de recherche dans des disciplines connexes. Une documentation plus détaillée est disponible sur la plupart des équipements. Toutes les demandes de renseignements, de préférence par écrit, doivent parvenir à l'adresse suivante :

Chef, Division du soutien à la recherche
Institut national de recherche sur les eaux
Centre canadien des eaux intérieures
C.P. 5050
Burlington (Ontario)
L7R 4A6
Téléphone : (416) 336-4936 Télex : 061-8296

Les prototypes décrits dans le présent rapport et dans les documents connexes ayant trait à leur conception et à leur fabrication sont la propriété du gouvernement du Canada, représenté par le ministre de l'Environnement. Le gouvernement du Canada a pour politique d'encourager les transferts technologiques entre les laboratoires gouvernementaux et l'industrie canadienne. Pour obtenir des autorisations ou pour conclure d'autres ententes concernant la mise au point, la fabrication et la vente de ces équipements, écrire à l'adresse suivante :

Chef, Commercialisation et autorisations
Canadian Patent and Developments Ltd.
275, rue Slater
Ottawa (Ontario)
K1A 0R3
Téléphone : (613) 996-5530

Il convient de noter qu'Environnement Canada décline toute responsabilité relative à l'utilisation des renseignements contenus dans ce rapport.

J.D. Smith
Chef, Division du soutien à la recherche

# ABSTRACT

The designs described in this report are the work of an engineering team which specializes in equipment and instrumentation for obtaining data and samples in lakes and rivers. The designs, which cover a wide range of projects in electronic and mechanical engineering, have been compiled because some of these developments may be of interest and of use to others.

This report covers the fiscal year 1985–86.



# RÉSUMÉ

Les prototypes d'appareils décrits dans le présent rapport résultent du travail d'une équipe d'ingénieurs spécialisés dans le matériel destiné à obtenir des données et des échantillons dans les lacs et les cours d'eau. Ces prototypes qui couvrent une vaste gamme de projets en génie électronique et mécanique, ont fait l'objet d'une compilation, car certains projets pourraient s'avérer intéressants et utiles.

Le rapport couvre l'année financière 1985–1986.

# ACKNOWLEDGMENTS

The editor wishes to acknowledge the cooperation of all who contributed to the "catalog" this year. The major contributions of M. Hawkins in arranging for translation and printing and of W. Finn in preparing the illustrations have been essential to this report. The patience of N. Snelling in typing the drafts is much appreciated.

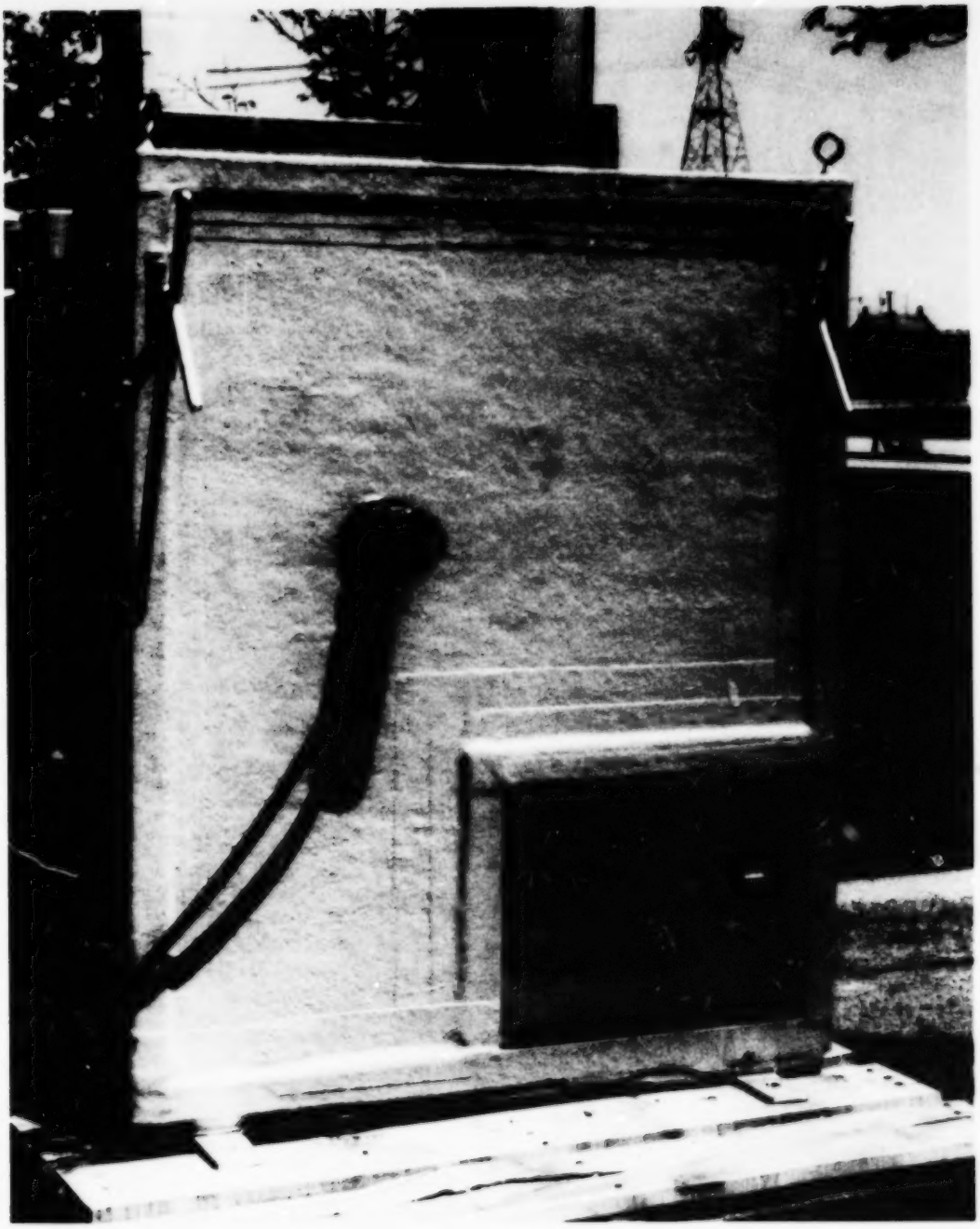
The editor wishes to draw attention also to the contribution of the Calibration Laboratory and Machine Shop personnel. Their work is indispensible in the process of creating accurate and efficient instruments and equipment.

# REMERCIEMENTS

Le rédacteur désire remercier tous ses collaborateurs dans la réalisation du répertoire de cette année. Il tient à souligner l'apport de M. Hawkins qui a coordonné la traduction et l'impression du rapport et de W. Finn qui a effectué les montages graphiques. Il remercie également N. Snelling qui a consciencieusement dactylographié les nombreuses ébauches du document.

Le rédacteur désire également remercier le Laboratoire d'étalonnage et l'Atelier de mécanique dont le travail est indispensable pour la mise au point d'instruments et d'équipements précis et efficaces.

**Designs / Conceptions**



*Bath for field calibrations Bain des étalonnages sur le terrain*

## BATH FOR FIELD CALIBRATIONS

The adverse effects due to the instability of oxygen sensors can be minimized in field measurements if a calibration bath is used frequently. If the bath temperature, aeration and the barometric pressure are stable enough, the oxygen concentration in the bath can be determined directly by calculations. If the bath is transportable, the calibrations can be done in the field as often as necessary.

Currently, a profiling system is being used to measure the oxygen concentrations versus depth in the Great Lakes. A bath was required onboard ship to meet the requirements for calibrating the sonde's oxygen cell. As commercial baths were of unsuitable proportion and durability, a bath was designed and built under contract. Stock items were used for components with the exception of the container itself. The controls for the bath include an air pump, a chiller, a heater and a water pump. All of the components are integrated into the container for simple deployment and operation of the bath.

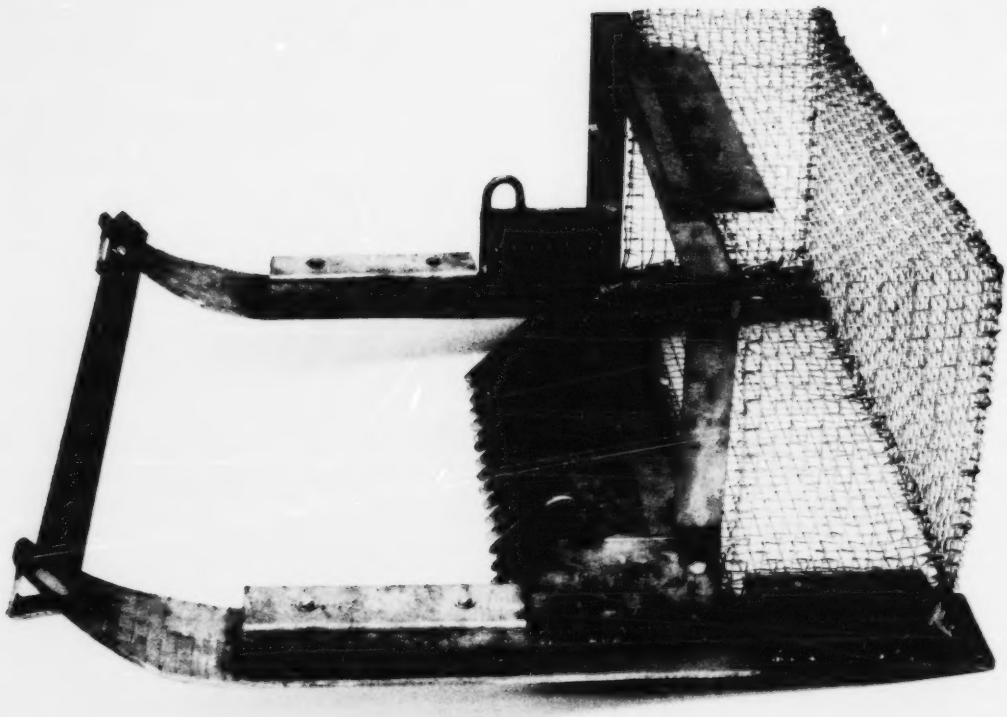
| SPECIFICATONS | |
|---|---|
| Power | 110 VAC |
| Chiller model | Blue M, PCC-24A-3 |
| Chiller capacity | 812 W in 25 °C water |
| Cooling rate | 1.7 °C to 2.3 °C h in 20 °C water |
| Circulation pump model | York, GPP-8Y-1 |
| Flow rate | 30 L min approx. |
| Auxiliary heater model | Chromalox, MTO-215 |
| Heating power | 1500 W |
| Air pump model | Cole-Parmer, R-7061-20 |
| Air flow | 0.03 $m^3$ min approx. |
| Container size | 92 cm long × 62 cm × 122 cm high |
| Container mass | 220 kg approx. (empty) |
| Container capacity | 270 L |

## BAIN DES ÉTALONNAGES SUR LE TERRAIN

Les effets nuisibles dus à l'instabilité des détecteurs d'oxygène peuvent être minimisés lors des mesures sur le terrain si un bain d'étalonnage est utilisé fréquemment. Si la température du bain, l'aération et la pression barométrique sont suffisamment stables, la concentration en oxygène du bain peut être déterminée directement par calcul. Si le bain est transportable, les étalonnages peuvent être effectués sur le terrain aussi fréquemment que nécessaire.

On utilise actuellement un système d'établissement du profil d'oxygène dissous pour mesurer les concentrations d'oxygène en fonction de la profondeur dans les Grands Lacs. On exigeait la présence d'un bain sur le navire pour satisfaire les exigences de l'étalonnage de la cellule détectrice d'oxygène de la sonde. Comme les bains disponibles dans le commerce n'étaient pas de bonnes dimensions et n'avaient pas la durabilité nécessaire, un prototype a été conçu et fabriqué à contrat. On a utilisé des pièces courantes pour sa construction sauf le contenant lui-même. Les commandes du bain permettent d'actionner une pompe à air, un refroidisseur, un élément chauffant et une pompe à eau. Toutes les pièces sont intégrées au contenant de manière à simplifier l'installation et l'exploitation du bain.

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Alimentation | 110 V c.a. |
| Modèle du refroidisseur | Blue M, PCC-24A-3 |
| Capacité du refroidisseur | 812 W dans l'eau à 25 °C |
| Vitesse de refroidissement | 1.7 °C à 2.3 °C h dans l'eau à 20 °C |
| Modèle de la pompe de circulation | York, GPP-8Y-1 |
| Débit | 30 L min approx. |
| Modèle de l'élément chauffant auxiliaire | Chromalox, MTO-215 |
| Puissance calorifique | 1500 W |
| Modèle de la pompe à air | Cole-Parmer, R-7061-20 |
| Débit d'air | 0.03 $m^3$ min approx. |
| Dimensions du contenant | longueur 92 cm, largeur 62 cm, hauteur 122 cm |
| Masse du contenant | 220 kg approx. (vide) |
| Capacité du contenant | 270 L |



*Dredge for clams/Drague des coques*

## DREDGE FOR CLAMS

A device for dredging specimen clams has been designed and built. With earlier dredges the clams sometimes became wedged in the rakes and were damaged.

This dredge uses a toothed bar to cut through the bottom material and dislodge the clams. They are accumulated in the basket and hauled up with the towline. If the teeth strike an immovable object, a shear pin releases part of the harness, permitting the dredge to trip over the obstruction without damage.

| SPECIFICATIONS | |
|---|---|
| Overall size | 92 cm wide × 31 cm × 92 cm long |
| Total mass | 30 kg |
| Basket material | 0.5 in. stainless steel mesh |

## DRAGUE DES COQUES

On a conçu et fabriqué un dispositif pour la collecte par dragage de spécimens de coques. Auparavant, au cours du dragage, les coques étaient parfois coincées entre les dents des rateaux et endommagées.

Sur cette drague une barre dentée entaille le matériau du fond et en déloge les coques qui s'accumulent dans le panier pour être remontées au moyen du câble de remorque. Si les dents heurtent un objet qui ne peut se déplacer, un boulon de cisaillement relache en partie le harnais et permet à la drague de surmonter l'obstacle sans être endommagée.

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Dimensions hors tout | largeur 92 cm, hauteur 31 cm, longueur 92 cm |
| Masse totale | 30 kg |
| Matériau du panier | acier inoxydable, mailles de 0.5 po. |

*Frazil ice recorder/Enregistreur de frazil*

## FRAZIL ICE RECORDER

Frazil ice, which may form in fast-flowing water during very cold periods, can be troublesome because it readily conglomerates and adheres to objects in the flow. The buildup of ice can cause flooding or loss of water supply. This can be hazardous or costly to many users, especially if they have no warning.

A measuring device has been built and tested. The recorder can be placed in a critical spot in the water flow to indicate the amount of frazil ice in the water at that point. It operates on the changes in temperature seen in a heated tube as the ice melts. The higher the ice concentration, the greater the temperature change. The main components in the sensing head are a bullet-shaped container, a pump, a heater and a pair of thermometers. The signals from the sensing head are sent to the control cabinet where they are recorded on chart paper. The design and tests are further described in the unpublished report entitled "Frazil Ice Recorder Tests," 86-107, by J.S. Ford and N. Madsen.

**SPECIFICATIONS**

| | |
|---|---|
| Sensing head | |
| Length | 100 cm |
| Diameter | 26 cm |
| Mass | 30 kg approx. without ballast |
| Power | 110 VAC, 100 V·A |
| Sample flow | 0.9 L/min nominal |
| Control cabinet | |
| Size | 54 cm wide × 49 cm × 76 cm high |
| Power | 110 VAC 12 A (with sensing head) |
| Distance from sensing head | 500 m or more |
| Recorder | 6-channel multipoint |
| Maximum concentration of ice | 2% by mass |
| Correlation coefficient | 0.79 compared to 14 grab samples |

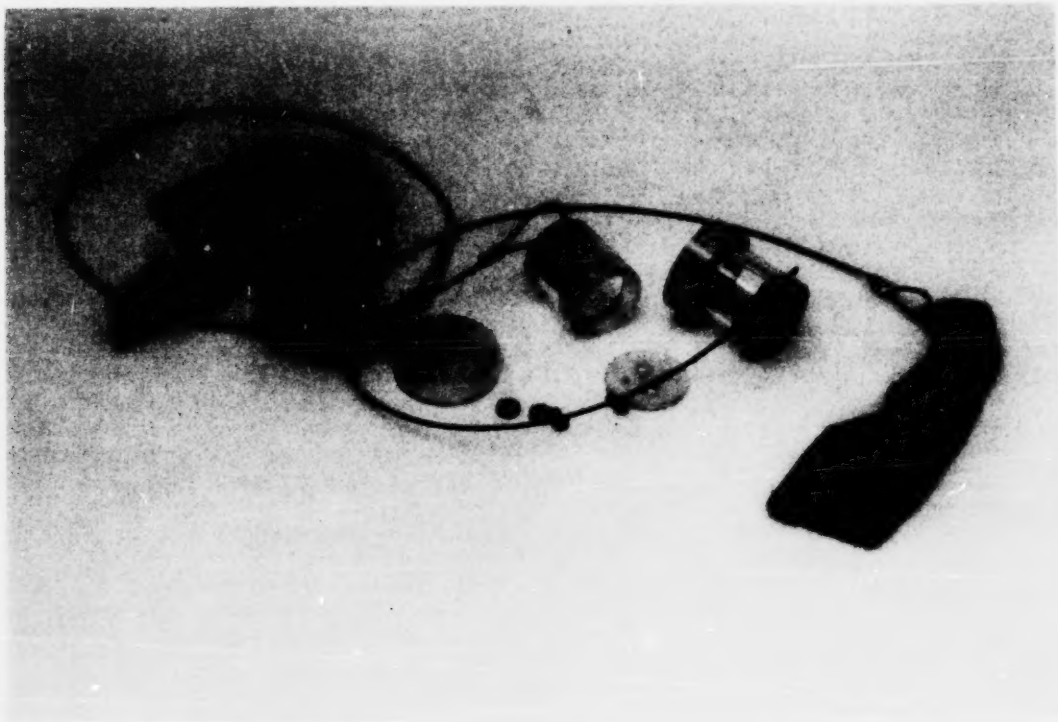
## ENREGISTREUR DE FRAZIL

Le frazil, qui peut se former dans l'eau coulant rapidement par temps très froid, peut devenir une nuisance parce qu'il se conglomère facilement et adhère aux objets dans l'écoulement. L'accumulation de glace peut entraîner l'inondation ou une interruption de l'approvisionnement en eau; situations pouvant être dangereuses ou coûteuses pour un grand nombre d'utilisateurs, surtout s'ils n'en sont pas prévenus.

On a fabriqué et mis à l'épreuve un instrument de mesure. Il s'agit d'un enregistreur qui, placé en un endroit critique de l'écoulement indique la quantité de frazil dans l'eau en cet endroit. Son principe de fonctionnement est basé sur les variations de la température observées dans un tube chauffé lorsque la glace fond. Plus la concentration de glace est élevée, plus la variation de température est importante. Les principales pièces composant le capteur sont : un contenant en forme de balle de fusil, une pompe, un élément chauffant et deux thermomètres. Les signaux du capteur sont acheminés au cabinet de commande où ils sont enregistrés sur papier à graphique. La conception et les essais sont décrits de manière plus détaillée dans le rapport inédit intitulé «Frazil Ice Recorder tests», 86-107, par J.S. Ford et N. Madsen.

**CARACTÉRISTIQUES**

| | |
|---|---|
| Capteur | |
| Longueur | 100 cm |
| Diamètre | 26 cm |
| Masse | 30 kg approx. sans ballast |
| Alimentation | 110 V c.a., 100 V·A |
| Débit nominal de l'échantillon | 0.9 L/min |
| Cabinet de commande | |
| Dimensions | largeur 54 cm, longueur 49 cm, hauteur 76 cm |
| Alimentation | 110 V c.a. 12 A (avec capteur) |
| Distance au capteur | 500 m ou plus |
| Enregistreur | 6 canaux, multipoint |
| Concentration maximale de glace | 2 % en masse |
| Coefficient de corrélation | 0.79 comparativement à 14 échantillons prélevés au hasard |



*Gravel peepers/Échantillonneurs interstitiels*

## GRAVEL PEEPERS

A peeper is a device used to sample dissolved materials in the interstitial waters of sediments. Due to the requirement to measure contaminants in the spawning beds used by lake trout, a small single-celled peeper strong enough to be buried in rocks and gravel was designed. The materials diffuse through a microporous membrane into a container of pure water, which is analyzed in the laboratory after retrieval.

In this design, disks were clamped over ends of tubes. The filter disk is held in place by a perforated Plexiglas nut, which also acts as a mechanical guard. The other end of the cylinder is closed by a Plexiglas plug. The plug has two rubber septa to facilitate the removal of the sample, by means of a hypodermic syringe, without exposing the sample to the air. A wire rope tail is permanently fastened to the peeper for finding and removing it from the gravel.

The peepers are deoxygenated before use by storing them in a closed container of distilled water through which nitrogen is bubbled for several days.

Details of the system are given in the document entitled "Gravel Peepers Handbook," ES-1138, March 1986, by H.A. Savile.

| SPECIFICATIONS | |
|---|---|
| Disk size | 47 mm diameter |
| Disk material | Teflon |
| Tube size | 75 mm × 38 mm I.D. |
| Tube material | Plexiglas |

## ÉCHANTILLONNEURS INTERSTITIELS

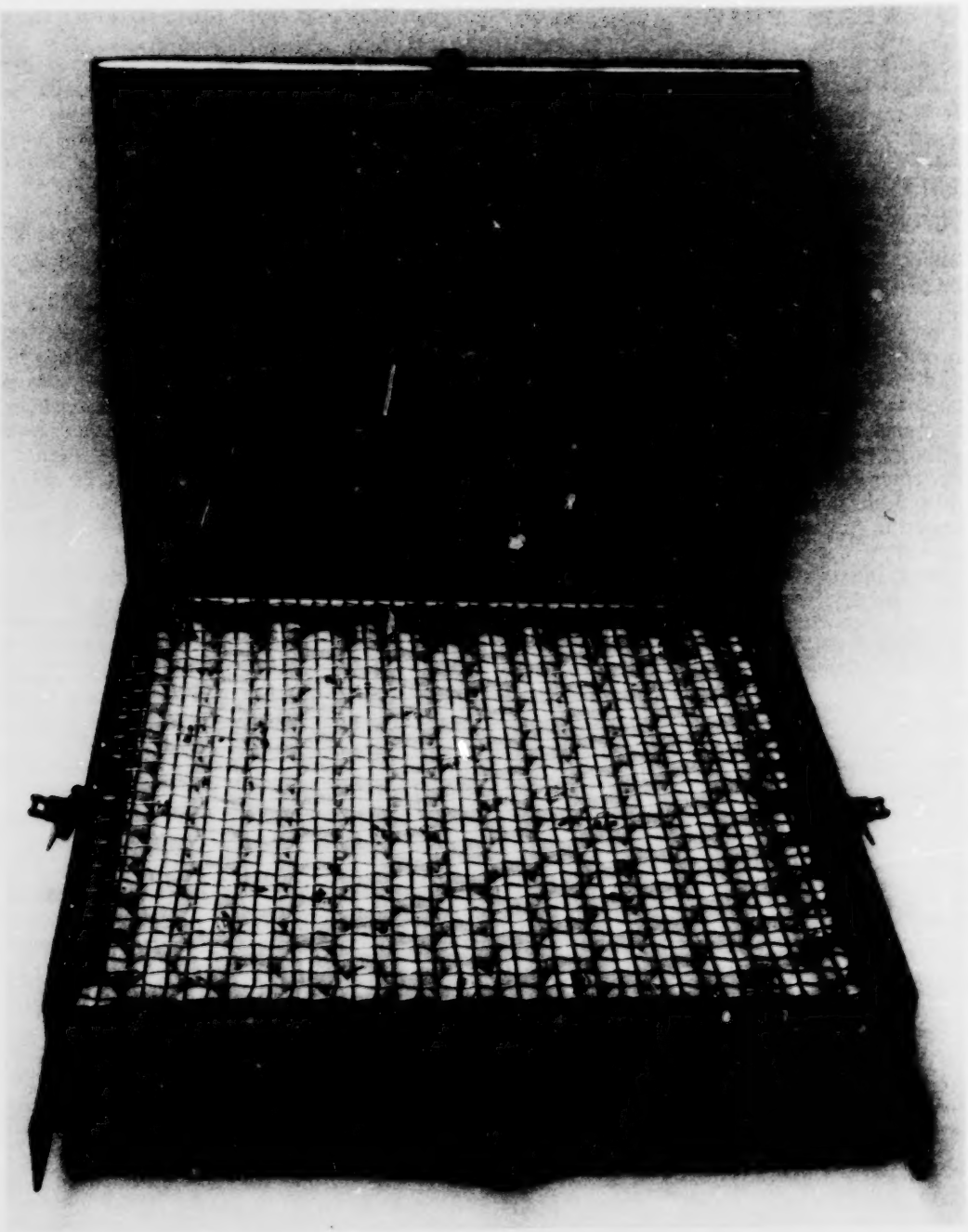
Cet échantillonneur est un dispositif utilisé pour l'échantillonnage des matériaux dissous dans l'eau interstitielle des sédiments. Le besoin de mesurer les contaminants dans les aires de frai du touladi a permis de concevoir un petit échantillonneur à cellule unique assez résistant pour être enfoui dans les roches et le gravier. Les substances traversent une membrane microporeuse et se diffusent dans un contenant d'eau pure qui est analysée en laboratoire après récupération du contenant.

Pour ce prototype, des disques ont été fixés aux extrémités des tubes. Le disque filtrant est maintenu en place au moyen d'un écrou perforé en plexiglas qui agit également comme écran protecteur. L'autre extrémité du cyclindre est fermée au moyen d'un bouchon de plexiglas. Ce bouchon est muni de deux cloisons en caoutchouc qui facilitent le retrait de l'échantillon au moyen d'une seringue hypodermique, ce qui permet de ne pas l'exposer à l'air. Un fil de fer est attaché de manière permanente à l'échantillonneur et permet de le récupérer et de le retirer du gravier.

Les échantillonneurs sont désoxygénés avant utilisation en les entreposant dans un récipient fermé contenant de l'eau distillée et dans lequel on fait barboter de l'azote pendant plusieurs jours.

Les particularités du système sont décrites dans le document intitulé «Gravel Peepers Handbook», ES-1138, mars 1986, par H.A. Savile.

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Dimensions du disque | diamètre 47 mm |
| Matériau du disque | téflon |
| Dimensions du tube | longueur 75 mm, d.i. 38 mm |
| Matériau du tube | plexiglas |



*Gravel sedimentation sampler/Échantillonneur de sédimentation dans les graviers*

## GRAVEL SEDIMENTATION SAMPLER

To assist in the measurement of the sedimentation rate and chemical content of the sediment deposited on lake trout spawning reefs, a sampler was devised to simulate the natural surface of the reef. The sampler consists of a tray filled with two layers of closely packed table tennis balls. The balls are glued together with epoxy and are retained by a layer of hardware cloth. A lid is clamped in place by over-centre catches to ensure that the settled material is not disturbed as the sampler is being removed. Lead ballast weights and tie-down points are provided to ensure stability under high wave conditions. A cloth strap is supplied to assist in the removal of the ball pack.

Further details may be obtained from the document entitled "Gravel Sedimentation Sampler Handbook," ES-1139, by H.A. Savile.

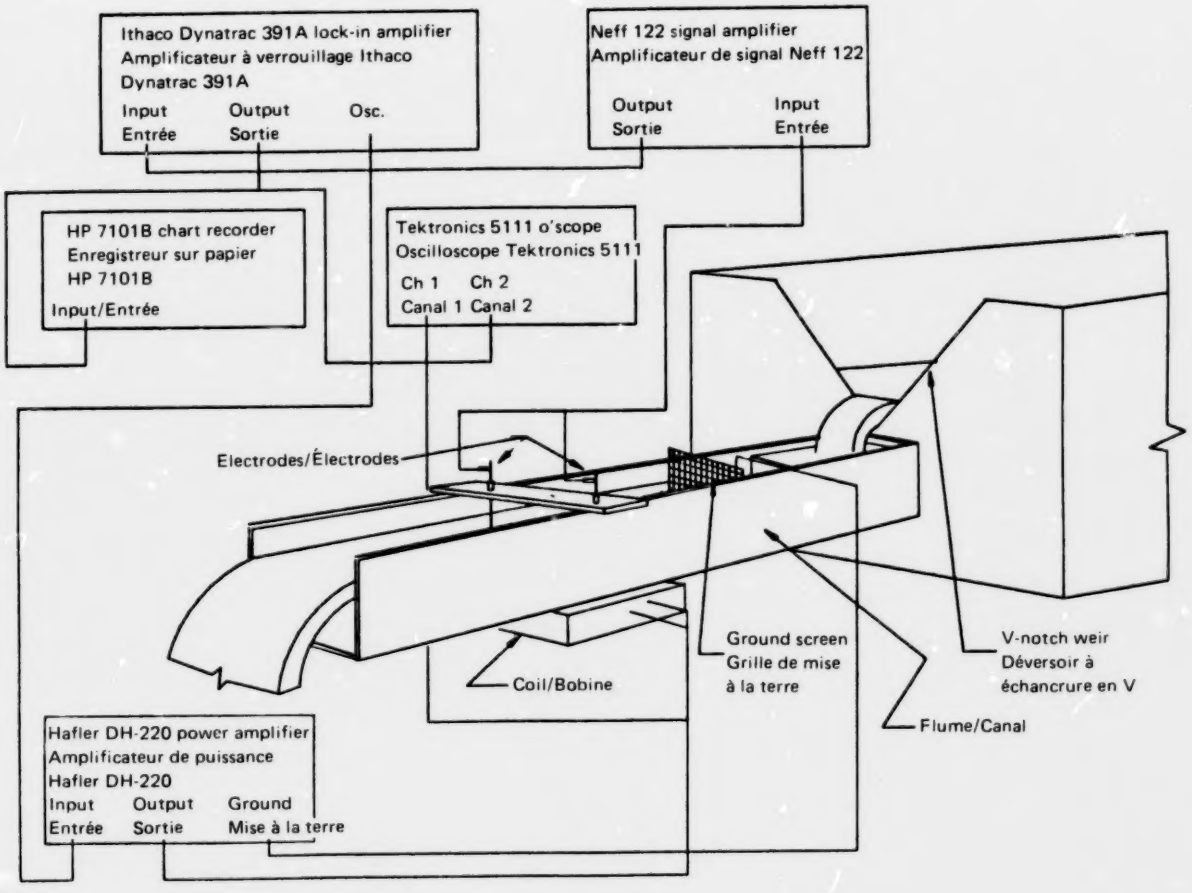
| SPECIFICATIONS | |
|---|---|
| Tray dimensions | 500 mm × 500 mm × 94 mm deep |
| Tray material | stainless steel |
| Retaining mesh | 16 gauge × 12 mm stainless steel |

## ÉCHANTILLONNEUR DE SÉDIMENTATION DANS LES GRAVIERS

Pour faciliter la mesure du taux de sédimentation et des quantités de produits chimiques présents dans les sédiments déposés dans les frayères du touladi, on a conçu un échantillonneur simulant la surface naturelle d'une frayère. Il consiste en un plateau renfermant deux couches de balles de tennis de table serrées les unes sur les autres. Les balles sont collées ensemble avec de l'époxy et retenues par une couche de toile d'acier galvanisée. Un couvercle est fixé en place au moyen de loquets au centre des côtés du plateau afin d'assurer que les matériaux déposés ne soient pas perturbés lorsque l'échantillonneur est retiré. L'échantillonneur est lesté de plomb et comporte des points d'attache permettant d'en assurer la stabilité dans les hautes vagues. Une bandoulière en tissu facilite l'enlèvement de l'ensemble de balles.

On trouvera une description plus détaillée dans le document intitulé «Gravel Sedimentation Sampler Handbook», ES-1139, par H.A. Savile.

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Dimensions du plateau | 500 mm x 500 mm, profondeur 94 mm |
| Matériau du plateau | acier inoxydable |
| Toile de rétention | acier inoxydable, calibre 16, mailles 12 mm |




*Laboratory model of electromagnetic method for river flow measurement/Modèle de laboratoire pour la démonstration d'une méthode électromagnétique de mesure du débit des cours d'eau*

## LABORATORY MODEL OF AN ELECTROMAGNETIC METHOD FOR RIVER FLOW MEASUREMENT

Where the river bed is continually changing because of bed transport, especially dune flow, the measurement of flow by conventional stage discharge relationships becomes unacceptably inaccurate. The electromagnetic river flow gauging method described by Hershey in 1978 is reputedly insensitive to changes in the measuring cross section of the river.

An operating laboratory model was set up to demonstrate this method. The discharge rating of the setup was found to be linear in terms of the measured signal voltage and the immersed depth of the electrodes. The discharge rating did not appear to be affected by a change in the bed level at the metering section.

Further information is available in an unpublished report entitled "Laboratory Demonstration of an Electromagnetic Method for River Velocity Measurement," 86-103, by F.E. Roy and J.S. Ford.

| SPECIFICATIONS | |
|---|---|
| V-notch weir location | NWRI/Hydraulics Division Laboratory's head box |
| Calibration equation | $Q = 0.000\ 017\ 046 \cdot \triangle H^{2.415\ 56}$ $m^3/s$ ($\triangle H$ in cm) |
| Size of flume box | 2.44 m long × 30.3 cm wide x 20.0 cm deep |
| Exit weir | sharp crest, 12.7 cm high |
| Flume box material | fir plywood |
| Grounding screen | stainless steel mesh |
| Magnetic field coil | 200 turns, 9.83 ohm total |
| Coil shape and size | square, 35.6 cm avg. per side |
| Coil equivalent radius | 22.6 cm |
| Signal electrodes | 3 mm diameter stainless steel rod with perforated PVC jacket |
| Coil driver amplifier | Hafler, DH-220, DC power amplifier, 110 watts per channel |
| Signal pre-amplifier | Neff, 122, differential input, gain set at 200 |
| Amplifier detector | Ithaco, 391A, lock-in, 0.1 to 10 Hz |
| Amplifier sensitivity | 1 μV to 100 mV |
| Amplifier time constant | 1.25 to 125 ms |
| Recorder | Phillips, two-pen chart recorder |
| Recorder time base | 10 m/h to 300 mm/min |
| Oscilloscope | Tektronics 5111 with 5A13N, comparator; 5A22N, differential input; 5A12N, time base generator |

## MODÈLE DE LABORATOIRE POUR LA DÉMONSTRATION D'UNE MÉTHODE ÉLECTROMAGNÉTIQUE DE MESURE DU DÉBIT DES COURS D'EAU

Lorsque le lit d'un cours d'eau est continuellement modifié par charriage, et en particulier par écoulement dunaire, la mesure du débit au moyen des relations hauteur-débit classiques devient imprécise et inacceptable. La méthode de jaugeage électromagnétique des cours d'eau décrite par Hershey (1978) est réputée insensible aux modifications de la coupe transversale utilisée pour le jaugeage du cours d'eau.

Un modèle de laboratoire a été installé pour la démonstration de cette méthode. On a constaté que le débit dans l'installation était proportionnel à la tension mesurée et à la longueur immergée des électrodes. Le débit mesuré ne semblait pas être influencé par la modification du niveau du lit dans la section de jaugeage.

D'autres renseignements sont disponibles dans le rapport inédit intitulé «Laboratory Demonstration of an Electromagnetic Method for River Velocity Measurement», 86-103, par F.E. Roy et J.S. Ford.

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Emplacement du déversoir à échancrure en V | réservoir de tête du laboratoire de la Division de l'hydraulique à l'INRE |
| Équation d'étalonnage | $Q = 0.000\ 017\ 046 \cdot \triangle H^{2.415\ 56}$ $m^3/s$ ($\triangle H$ en cm) |
| Dimensions du canal de section rectangulaire | longueur 2.44 m, largeur 30.3 cm, profondeur 20.0 cm |
| Déversoir de sortie | paroi mince, hauteur 12.7 cm |
| Matériau du canal de section rectangulaire | contre-plaqué de sapin |
| Grille de mise à la terre | fil d'acier inoxydable |
| Bobine de champ magnétique | 200 spires, total 9.83 ohms |
| Forme et dimension de la bobine | carrée, côté 35.6 cm en moyenne |
| Rayon équivalent de la bobine | 22.6 cm |
| Électrodes | tige d'acier inoxydable, diamètre 3 mm avec enveloppe de PVC perforée |
| Amplificateur d'excitation de la bobine | Hafler, DH-220, amplificateur c.c., 110 watts par canal |
| Pré-amplificateur de signal | Neff, 122, entrée différentielle, gain réglé à 200 |
| Amplificateur de détection | Ithaco, 391A, à verrouillage, 0.1 à 10 Hz |
| Sensibilité de l'amplificateur | 1 μV à 100 mV |
| Constante de temps de l'amplificateur | 1.25 à 125 ms |
| Enregistreur | Phillips, enregistreur sur papier à deux styles |
| Base de temps de l'enregistreur | 10 m/h à 300 mm/min |
| Oscilloscope | Tektronics 5111 avec comparateur 5A13N, entrée différentielle 5A22N, générateur de base de temps 5A12N. |

*Portable instrument tower/Tour portative des instruments*

## PORTABLE INSTRUMENT TOWER

A portable tower assembly was created to be used in the measurement of wave dissipation in Lake St. Clair. The assembly comprises a base kit of four fabricated steel parts and a kit of three standard tower sections. A set of six tower assemblies was built and placed in Lake St. Clair for the measurement program. Three of the towers were deployed with instrumentation systems designed to observe correlations between forcing wind, wave activity, and bottom sediment resuspension.

Components were transported to dockside by truck, where the towers were assembled on a transport barge, using the barge crane. The completed tower was then taken by the barge to the required position in the lake and set on the bottom.

All three towers were fitted with a three-wire wave staff array; a wind speed sensor, driving a threshold and power control card, and a data logger. Wave activity and wind speed were recorded for a 17-min period every two hours, provided that the preset threshold for wind speed was exceeded.

One of the towers was fitted with an additional instrumentation system comprising a set of two transmissometers, two wave pressure gauges, a single wave staff, a wind direction sensor, and a data logger. This system was cross-connected to the wave recording system on the tower to obtain wind speed and wind threshold information. Light transmissibility of the water, wave pressure, wind speed, and wind direction were recorded for a 256-second burst every hour, provided the threshold for wind speed was exceeded.

**SPECIFICATIONS**

| | |
|---|---|
| Tower structure: | |
| Base | qty 3 legs; 203 mm × 152 mm × 6.4 mm hollow structural steel, 3.05 m long; 125 kg each<br>qty 3 weights; 1 m dia. railway wheel, 340 kg each<br>qty 1 tower base – mild steel weldment – 1.45 m high by 1 m dia., 106.6 kg |
| Tower sections | qty 3; Millard, 18-S-75, 3.05 m long, 34 kg each |
| Assembled height | 10.6 m |

*(Continued on next page)*

## TOUR PORTATIVE DES INSTRUMENTS

Un montage d'une tour portative a été fabriqué pour servir dans la mesure de la dissipation des vagues dans le lac Sainte-Claire. Ce montage comprend un ensemble de base composé de quatre pièces ouvrées en acier et d'un ensemble de trois sections ordinaires de la tour. On a fabriqué le montage de six tours qui ont été placées dans le lac Sainte-Claire dans le cadre du programme de mesure. Trois de ces tours ont été installées avec des groupes d'instruments conçus pour l'observation des corrélations entre le vent générateur, l'agitation par les vagues et la remise en suspension des sédiments du fond.

Les pièces ont été transportées au quai par camion où les tours ont été assemblées à bord d'un chaland de transport au moyen de la grue du chaland. La tour assemblée était ensuite transportée à l'endroit prévu pour son installation dans le lac et installée sur le fond.

Sur chacune des trois tours on a installé un groupe de trois jauges en fil de fer pour la mesure des vagues, un capteur de vitesse du vent relié à une carte de contrôle du seuil et de l'alimentation, et un enregistreur de données. On enregistrait l'agitation par les vagues et la vitesse du vent pendant une période de 17 min à toutes les deux heures lorsque le seuil de vitesse du vent, fixé à l'avance, était dépassé.

Sur l'une des tours on a installé un groupe supplémentaire d'instruments comprenant deux transmissomètres, deux enregistreurs de la pression exercée par les vagues, une unique jauge de vagues, un capteur de direction du vent et un enregistreur de données. Ce groupe était connecté en croisé au système d'enregistrement des vagues de la tour pour obtenir des renseignements sur la vitesse du vent et son seuil de vitesse. Lorsque le seuil était dépassé, on enregistrait pendant un intervalle de 256 secondes à chaque heure la transmissibilité de l'eau, la pression des vagues, la vitesse du vent et sa direction.

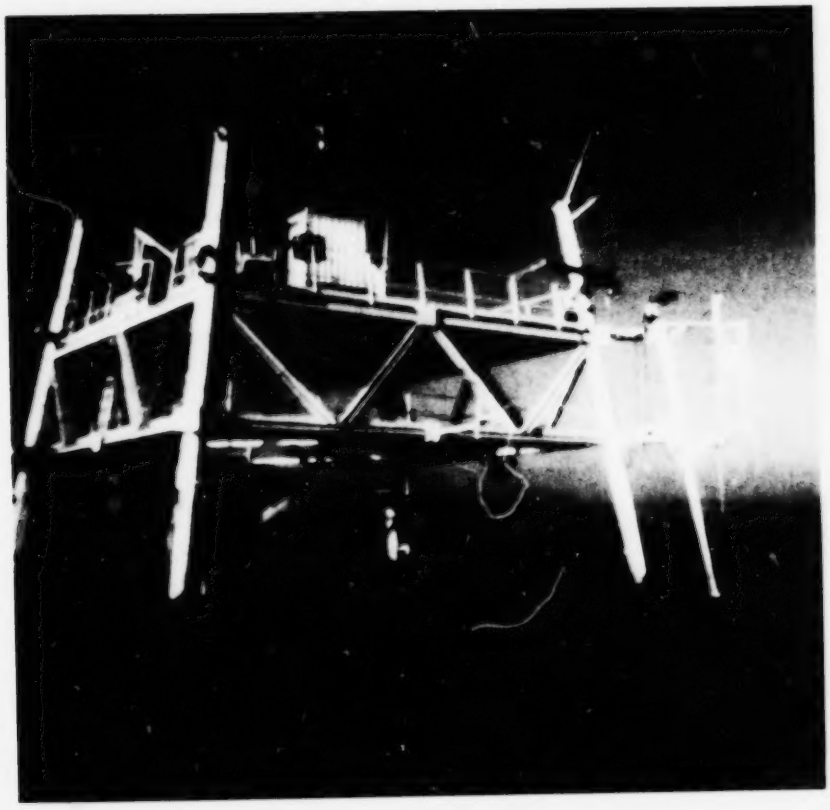
**CARACTÉRISTIQUES**

| | |
|---|---|
| Structure de la tour | |
| Base | 3 pattes; acier de construction creux, 203 mm x 152 mm x 6.4 mm; longueur 3.05 m; 125 kg chacune<br>3 pesées; roues de wagon de chemin de fer de 1 m de diamètre et de 340 kg chacune<br>1 base de tour – construction soudée en acier doux – hauteur 1.45 m, diamètre 1 m, 106.6 kg |
| Sections de la tour | 3; Millard, 18-S-75, longueur 3.05 m, 34 kg chacune |
| Hauteur assemblée | 10.6 m |

*(Suite à la page suivante)*

| SPECIFICATIONS | |
|---|---|
| Assembled mass | 1723 kg |
| Design mean water depth | 6.5 m |
| Design maximum wave height and period | 1.8 m and 4 s |
| Wave recorder subsystem | |
| Power | 6-V alkaline batteries, connected for +36, +18, ±12 V |
| Logger | Sea Data, model 650 |
| Capacity | T450 magnetic tapes (2) |
| Duration | 2.5 days of wind over set threshold |
| Wind threshold | 4, 6, 7, 8 or 10 m/s by switch position |
| Burst timing | 1024 s, 2-h interval while wind threshold is exceeded |
| Data logged | 3 channels wave height<br>1 channel wind speed (or wind direction) |
| Transmissibility recorder subsystem | |
| Power | 7.5-V alkaline batteries connected for +30, ±15 V |
| Logger | Sea Data, model 650 |
| Duration | 40 days approx. |
| Burst timing | 256 s, hourly, while wind speed threshold exceeded |
| Wind threshold | input from wave recorder subsystem |
| Data logged | 1 channel wave height<br>1 channel wind direction<br>1 channel wind speed<br>2 channels transmittance<br>2 channels wave pressure<br>1 channel internal reference |

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Masse assemblée | 1723 kg |
| Profondeur d'eau moyenne nominale | 6.5 m |
| Hauteur et période nominales de la vague maximale | 1.8 m et 4 s |
| Sous-système enregistreur de vagues | |
| Alimentation | piles alcalines 6 V, connectées pour +36, +18, ±12 V |
| Enregistreur | Sea Data, modèle 650 |
| Capacité | 2 bandes magnétiques T450 |
| Durée | 2.5 jours d'un vent de vitesse supérieure au seuil fixé |
| Seuil de vitesse du vent | 4, 6, 7, 8 ou 10 m/s sélectionné au moyen d'un interrupteur |
| Durée des enregistrements | 1024 s à intervalles de 2 h lorsque le seuil de vitessee du vent est dépassé |
| Données enregistrées | 3 canaux, hauteur des vagues<br>1 canal vitesse du vent (ou direction du vent) |
| Sous-système enregistreur de transmissibilité | |
| Alimentation | piles alcalines de 7.5 V connectées pour +30, ±15 V |
| Enregistreur | Sea Data, modèle 650 |
| Durée | 40 jours approx. |
| Durée des enregistrements | 256 s, chaque heure, lorsque le seuil de vitesse du vent est dépassé |
| Seuil de vitesse du vent | fourni par le sous-système enregistreur de vagues |
| Données enregistrées | 1 canal hauteur des vagues<br>1 canal direction du vent<br>1 canal vitesse du vent<br>2 canaux facteur de transmission<br>2 canaux pression des vagues<br>1 canal référence interne |



*WAVES '85 tower Tour de WAVES '85*

## WAVES '85 SYSTEM

As an extension to earlier wind and wave studies, a data-gathering project called WAVES '85 (Water Air Vertical Exchange Studies '85) was undertaken. The exercise was part of a joint study of wave creation and dissipation between NWRI and the Woods Hole Oceanographic Institute.

Only NWRI instrumentation is described here. Four sensor suites were required: water velocity, wave height, atmospheric sensors, background data. Data were collected from the research platform located 1.25 km from shore at the west end of Lake Ontario and were transmitted over cable and stored at a trailer site on shore. Remote control of several systems on the tower was maintained from the trailer. The data acquisition system and the dynamic pressure profiler are described elsewhere in this report.

## SYSTÈME WAVES '85

À titre de prolongement d'études antérieures du vent et des vagues, on a réalisé un projet de collecte de données appelé WAVES '85 (Water Air Vertical Exchange Studies '85, Étude des échanges verticaux eau-air 1985) dans le cadre d'une étude conjointe de l'INRE et de Woods Hole Oceanographic Institute sur la formation et la dissipation des vagues.

Seuls les instruments de l'INRE sont décrits ici. Voici les quatre types de données pour lesquelles des capteurs étaient nécessaires : vitesse de l'eau, hauteur des vagues, conditions atmosphériques et données générales. Les données étaient recueillies de la plateforme de recherche située à 1.25 km du rivage à l'extrémité ouest du lac Ontario et transmises par câble jusqu'à l'emplacement d'une remorque sur le rivage où elles étaient stockées. On commandait à distance depuis cette remorque plusieurs des systèmes installés sur la tour. Dans le présent rapport on décrit à d'autres endroits le système de saisie de données et le profileur de pression dynamique.

## SPECIFICATIONS

| | |
|---|---|
| **Water velocity suite** | |
| Current meters | qty 3, Metrex 3-D drag sphere |
| Current meter range | 10 to 100 cm/s nominal |
| Frequency response | 0 to 20 Hz cutoff |
| Current meter locations | 1, 2 and 3 m from surface (nom.), mounted on a remote-controlled vertical positioner |
| Current meter protection | covers remotely activated from shore using pneumatic cylinders |
| Temperature | qty 1, Fenwal, K1924 thermistor with NWRI/Metrex amplifiers |
| Temperature range | 5°C to 25°C |
| Temperature speed | 100 ms response time nominal |
| Temperature accuracy | 20 m°C nominal |
| **Wave height suite** | |
| Wave gauges | qty 6, Warwick/NWRI, capacitive wire type |
| Wave gauge range | 6 m nominal |
| Wave gauge accuracy | 1 cm nominal (dynamic) |
| Wave gauge frequency response | 0 to 5 Hz |
| Wave gauge locations | pentagonal array with one at the centre, i.e., gauges mounted on either side of the current meters, one gauge mounted beneath the Elliot array, and two gauges mounted on the eastern face of the tower |
| **Meteorological suite** | |
| Elliot array | see section on Dynamic Pressure Profiler at end of this report |
| Wind velocity and direction | R.M. Young bivane anemometer |
| Wind velocity range | 0 to 30 m/s |
| Wind velocity threshold | 10 cm/s |
| Wind velocity location | 3 m above upper platform |

*(Continued on next page)*

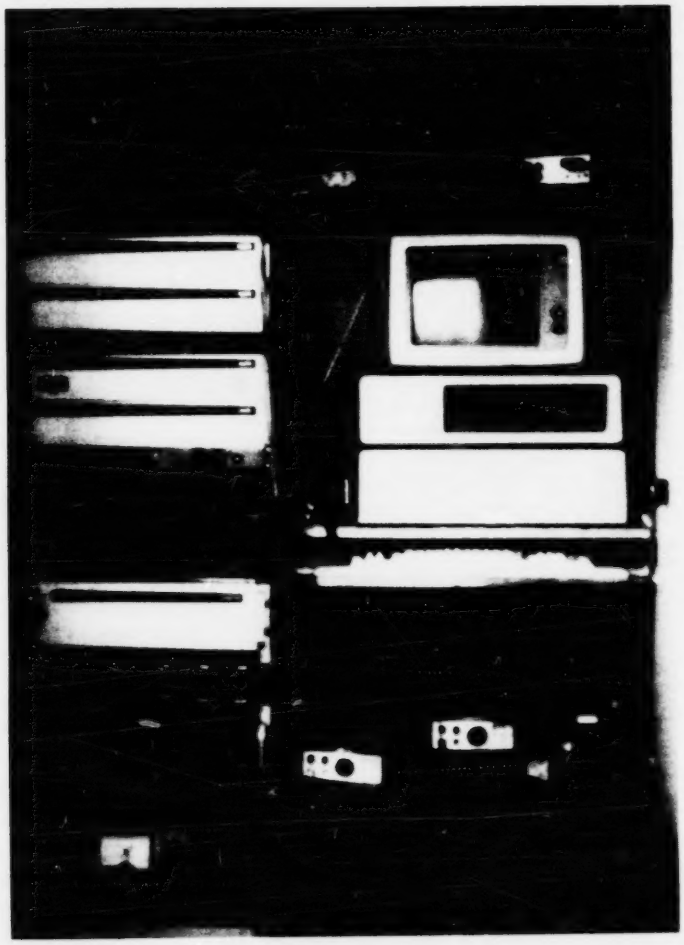
## CARACTÉRISTIQUES

| | |
|---|---|
| **Capteurs pour la vitesse de l'eau** | |
| Courantomètres | 3 sphères de traînée Metrex 3-D |
| Plage nominale de mesure des courantomètres | 10 à 100 cm/s |
| Réponse de fréquence | fréquence de coupure 0 à 20 Hz |
| Emplacements nominaux des courantomètres | 1, 2 et 3 m de la surface, installés sur un dispositif de positionnement vertical commandé à distance |
| Protection des courantomètres | couvercles actionnés à distance du rivage au moyen de cylindres pneumatiques |
| Température | 1 thermistance Fenwal K1924 avec amplificateurs INRE/Metrex |
| Plage de mesure de la température | 5 °C à 25 °C |
| Temps de réponse nominal pour la mesure des températures | 100 ms |
| Précision nominale de mesure de la température | 20 m°C |
| **Capteurs de hauteur des vagues** | |
| Capteurs de vagues | 6 capteurs de type à fil capacitif Warwick/INRE |
| Plage nominale de mesure des capteurs de vagues | 6 m |
| Précision nominale de mesure des capteurs de vagues | 1 cm (dynamique) |
| Réponse de fréquence des capteurs de vagues | 0 à 5 Hz |
| Emplacements des capteurs de vagues | réseau pentagonal avec un capteur au centre : capteurs installés de part et d'autre des courantomètres, un capteur installé sous le réseau de sondes Elliot et deux capteurs installés sur la façade orientale de la tour |
| **Capteurs météorologiques** | |
| Réseau de sondes Elliot | voir section sur le profileur de pression dynamique à la fin de ce rapport |
| Capteurs de vitesse et de direction du vent | anémomètre bidirectionnel R.M. Young |
| Plage de mesure de la vitesse du vent | 0 à 30 m/s |
| Seuil de mesure de la vitesse du vent | 10 cm/s |
| Emplacement du capteur de la vitesse du vent | 3 m au-dessus de la plate-forme supérieure |

*(Suite à la page suivante)*

| SPECIFICATIONS | |
|---|---|
| Relative humidity | Vaisala sensor |
| Relative humidity range | 0 to 100% |
| Relative humidity accuracy | ±2% |
| Water temperature | Fenwal thermistor |
| Temperature range | 0 to 30°C |
| Temperature accuracy | ±0.1°C |
| Background data suite | |
| Tower cabinet temperature | transistor junction and amplifier |
| Temperature range | 0 to 40°C |
| Temperature accuracy | ±1°C |
| Reference voltage | IC type, 2.5 V for each data acquisition board |
| Rotator position | potentiometer type, 360° |
| Rotator range | 340° |
| Rotator position resolution | <1° |
| Rotator position nonlinearity | <0.1% |

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Capteur d'humidité relative | capteur Vaisala |
| Plage de mesure de l'humidité relative | 0 à 100 % |
| Précision de mesure de l'humidité relative | ±2 % |
| Capteur de température de l'eau | thermistance Fenwal |
| Plage de mesure de la température | 0 à 30 °C |
| Précision de mesure de la température | ±0.1 °C |
| Capteurs de données générales | |
| Température du cabinet de la tour | transistor de jonction et amplificateur |
| Plage de mesure de la température | 0 à 40 °C |
| Précision de mesure de la température | ±1 °C |
| Tension de référence | type CI, 2.5 V pour chaque panneau de saisie de données |
| Position de l'antenne orientable | type à potentiomètre, 360° |
| Plage d'orientation de l'antenne | 340° |
| Résolution de la position de l'antenne orientable | <1° |
| Non linéarité de la position de l'antenne orientable | <0.1 % |



*WAVES '85 data acquisition and control system/Système de saisie de données et de commande de WAVES '85*

## WAVES '85 DATA ACQUISITION AND CONTROL SYSTEM

A new data acquisition and control system was developed for WAVES '85. Forty-eight channels of analog data were collected using three 12-bit analog-to-digital converters, sampling at 20 Hz. All analog input channels feeding into the multiplexers were buffered and filtered by 10-Hz Bessel active filters and protected from electrical transients by fuses and MOV's. Forty-eight digital input-output lines were opto-isolated. The outputs were further buffered by solid state relays for motor control and solenoid actuation. Controls were required to activate the Elliot array and to rotate the current meter array positioner. Data from the tower were conditioned by a personal computer, provided with a check-sum, and then transmitted via a 19.2-kbaud MODEM to shore.

The data were received on shore by a second personal computer, examined for errors, and stored on a 40-Mbyte disk in real time. Concurrent with the data storage operations, a selection of six channels of data were converted by a 12-bit digital-to-analog converter for viewing on a high-speed chart recorder. For selected periods of time, means and standard deviations of the data were also computed.

Remote control for positioning the tower arrays was provided during a setup phase prior to the commencement of the data acquisition. After the experimental run was completed, the data were stored on standard 9-track tape for further analysis and conversion on the NWRI central facility. The bulk of the programming was done in C-language under contract by Windmill Software.

## SYSTÈME DE SAISIE DE DONNÉES ET DE COMMANDE DE WAVES '85

Un nouveau système de saisie de données et de commande a été mis au point pour WAVES '85. On a recueilli des données analogiques sur 48 canaux au moyen de trois convertisseurs analogiques-numériques de 12 multiplets avec échantillonnage à 20 Hz. Tous les canaux d'entrée analogiques alimentant les multiplexeurs étaient dotés d'un tampon et filtrés au moyen de filtres actifs Bessel de 10 Hz. Ils sont protégés des transitoires électriques au moyen de fusibles et de MOV (pour Metal Oxide Varistors ou résistances à variation automatique d'oxyde métallique). Quarante-huit lignes entrée/sortie numériques étaient isolées optoélectroniquement. Les sorties étaient davantage tamponnées au moyen de relais à semi-conducteurs pour la commande des moteurs et des solénoïdes. Des dispositifs de commande étaient nécessaires pour actionner les réseaux de sondes Elliot et pour faire tourner le dispositif de positionnement de l'ensemble de courantomètres. Les données provenant de la tour étaient contrôlées par un ordinateur personnel avec total de contrôle, puis transmises au rivage au moyen d'un modem de 19.2 kbauds.

Sur le rivage les données étaient reçues par un deuxième ordinateur personnel, vérifiées et stockées en temps réel sur disque de 40 M multiplets. Concurremment au stockage des données, les données de six canaux ont été converties au moyen d'un convertisseur numérique-analogique de 12 multiplets pour visionnement sur enregistreur rapide sur papier graphique. Pendant les intervalles de temps choisis on a également calculé les moyennes et les écarts types pour ces données.

Le positionnement à distance des réseaux de capteurs de la tour a été assuré pendant une phase d'installation avant le début de la saisie des données. Après un passage d'essai les données ont été stockées sur bande ordinaire à 9 pistes en vue d'une analyse plus poussée et de leur conversion à l'installation centrale de l'INRE. La plus grande partie de la programmation est effectuée à contrat par la Windmill Software en langage C.

| SPECIFICATIONS | |
|---|---|
| Tower components | IBM PC, 640-byte memory;<br>Tecmar Expansion Chassis;<br>Tecmar Scribe Master RS-232 board;<br>Gandalf MODEM units;<br>NWRI custom digital and analog interfaces;<br>Tripplite power line conditioner unit |

*(Continued on next page)*

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Composantes de la tour | IBM PC, mémoire de 640 multiplets;<br>rallonge de Chassis Tecmar;<br>module Scribe Master RS-232 Tecmar;<br>modems Gandalf;<br>interfaces numérique et analogique personnalisées de l'INRE;<br>conditionneur-stabilisateur de ligne de transmission Tripplite |

*(Suite à la page suivante)*

| SPECIFICATIONS | |
|---|---|
| Shore components | IBM PC AT;<br>Atasi 42-Mbyte disk;<br>Tecmar, Captain, RS-232 board;<br>1-Mbyte main memory;<br>Quatech DAC boards;<br>Telebyte TDX-45 9-track tape drive;<br>Gandalf MODEM units;<br>Brush 6-channel analog recorder;<br>Epson Dot Matrix printer;<br>Tripplite power line conditioner unit |

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Composantes sur le rivage | IBM PC AT;<br>disque Atasi de 42 M multiplets;<br>module Captain RS-232 Tecmar;<br>mémoire centrale de 1 M multiplets;<br>modules CNA Quatech;<br>système d'entraînement de bande magnétique à 9 pistes Telebyte TDX-45;<br>modems Gandalf;<br>enregistreur analogique Brush à 6 canaux;<br>imprimante par points Epson;<br>conditionneur de ligne de transmission Tripplite |

*WAVES '85 dynamic pressure profiler/Profileur de pression dynamique de WAVES '85*

## WAVES '85 DYNAMIC PRESSURE PROFILER

The dynamic pressure profiler is an array that measures small fluctuations in static and dynamic air pressure within the turbulent boundary layer above water waves.

## PROFILEUR DE PRESSION DYNAMIQUE DE WAVES '85

Le profileur de pression dynamique est un ensemble permettant de mesurer de petites fluctuations de la pression atmosphérique statique et dynamique à l'intérieur de la couche limite turbulente au-dessus des vagues.

Three pairs of probes are mounted 1 m apart on a vertical mast. The probes are aligned with the air flow by a wind-driven vane. Pressure fluctuations sensed at the probes are converted to electrical signals by pressure transducers on the array. The dynamic pressures are measured using a pitot-static tube. The static pressures are measured using a specially shaped probe (Elliot probe) which reduces fluctuations caused by the dynamic pressure changes.

The entire array is mounted on a carriage which traverses the length of one leg of the research tower used for the WAVES '85 study. The carriage can be positioned at any desired level above the water. When not in use, the probes are purged with nitrogen gas to prevent moisture and dust from entering the system.

| SPECIFICATIONS | |
|---|---|
| Pressure transducers | Baratron No. 223 |
| Pressure differential range | 0 to 133.3 Pa |
| Frequency range | 0.01 to 10 Hz |
| Vane height | 2.5 m |
| Alignment to wind | within 10° in 2.5 m s wind |
| Array frame material | aluminum |
| Probe material | stainless steel |
| Carriage travel | 4 m |

Trois paires de sondes sont installées à 1 m les unes des autres sur un mât vertical. Les sondes sont alignées dans le sens de l'écoulement de l'air par une girouette. Les fluctuations de la pression captées par les sondes sont converties en signaux électriques par des transducteurs de pression faisant partie de l'ensemble. Les pressions dynamiques sont mesurées au moyen d'un tube de Pitot. Les pressions statiques sont mesurées au moyen d'une sonde de forme spéciale (sonde Elliot) qui réduit les fluctuations causées par les modifications de la pression dynamique.

Tout l'ensemble est installé sur un chariot pour les instruments qui peut être déplacé sur toute la longueur de l'une des pattes de la tour utilisée dans le cadre de l'étude WAVES '85. Le chariot peut être placé au niveau désiré au-dessus de l'eau. Lorsqu'elles ne sont pas utilisées, les sondes sont nettoyées avec de l'azote pour empêcher l'humidité et la poussière de pénétrer dans le système.

| CARACTÉRISTIQUES | |
|---|---|
| Transducteurs de pression | Baratron nº 223 |
| Plage de différences de pression mesurable | 0 à 133.3 Pa |
| Plage de fréquences | 0.01 à 10 Hz |
| Hauteur de la girouette | 2.5 m |
| Alignement avec la direction du vent | à 10° près pour un vent de 2.5 m/s |
| Matériau du châssis de l'ensemble | aluminium |
| Matériau des sondes | acier inoxydable |
| Course du chariot | 4 m |